

BEST AVAILABLE COPY

RECORDING MEDIUM, RECORDER, RECORDING METHOD, DEVICE AND METHOD FOR PROCESSING INFORMATION

Patent number: JP9305793
 Publication date: 1997-11-28
 Inventor: SUZUOKI MASAKAZU
 Applicant: SONY COMPUTER ENTERTAINMENT KK
 Classification:
 - international: G06T17/20; G06T17/20; (IPC1-7): G06T17/00; G06T15/00
 - european: G06T17/20
 Application number: JP19960116301 19960510
 Priority number(s): JP19960116301 19960510

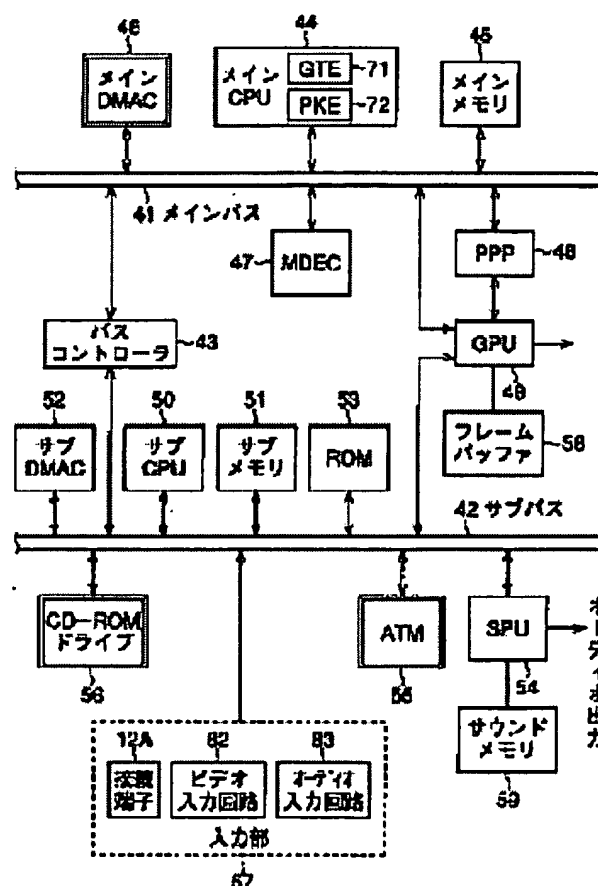
Also published as:

EP0806744 (A2)
 US6188408 (B1)
 EP0806744 (A3)
 EP0806744 (B1)
 DE69723613T (T2)

Report a data error here

Abstract of JP9305793

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the load of a main bus. **SOLUTION:** A main CPU 44 transforms the coordinate of a polygon corresponding to the operation of a user at a manipulator and transmits the data of that polygon through a main bus 41 to a programmable packet engine(PPP) 48. The PPP 48 calculates the Z value showing the depthwise position of the polygon from the coordinate values of apexes of the polygon supplied from the main CPU 44, divides the polygon into several pieces of sub-polygons corresponding to the Z value, transforms the coordinate values of apexes of these sub-polygons corresponding to a normal vector and a curved surface parameter and generates a curved surface composed of the sub-polygons. A graphic processing unit(GPU) 49 writes the pixel data of sub-polygons generated by the PPP 48 into a frame buffer 58 and performs rendering processing.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

【特許請求の範囲】

【請求項1】 3次元空間における所定のオブジェクトのデータとして、基準となる基本オブジェクトの認識番号と、前記基本オブジェクトの頂点の座標値と前記所定のオブジェクトの頂点の座標値との差分値を保持することを特徴とする記録媒体。

【請求項2】 3次元空間における所定のオブジェクトのデータを記録媒体に記録する記録装置において、3次元空間における前記オブジェクトから、基準となる基本オブジェクトの認識番号と、前記基本オブジェクトの頂点の座標値と前記所定のオブジェクトの頂点の座標値との差分値を算出する算出手段と、算出した前記認識番号と前記差分値を、前記所定のオブジェクトのデータとして記録する記録手段とを備えることを特徴とする記録装置。

【請求項3】 3次元空間における所定のオブジェクトのデータを記録媒体に記録する記録方法において、3次元空間における前記所定のオブジェクトから、基準となる基本オブジェクトの認識番号と、前記基本オブジェクトの頂点の座標値と前記所定のオブジェクトの頂点の座標値との差分値を算出するステップと、算出した前記認識番号と前記差分値を、前記所定のオブジェクトのデータとして記録するステップとを備えることを特徴とする記録方法。

【請求項4】 3次元空間において複数の平面図形で構成される立体オブジェクトのデータを記録する記録媒体より前記データを読み出す読出手段と、前記平面図形を、所定の表示部における表示サイズに対応する数の平面図形で構成される曲面に変換する第1の変換手段と、前記第1の変換手段により変換された前記曲面のデータを、2次元の表示用データに変換する第2の変換手段とを備えることを特徴とする情報処理装置。

【請求項5】 前記読出手段により読み出された前記平面図形の頂点を、座標変換する座標変換手段をさらに備えることを特徴とする請求項4に記載の情報処理装置。

【請求項6】 3次元空間において複数の平面図形で構成される立体オブジェクトのデータを記録する記録媒体より前記データを読み出すステップと、前記平面図形を、所定の表示部における表示サイズに対応する数の平面図形で構成される曲面に変換するステップと、変換された前記曲面のデータを、2次元の表示用データに変換するステップとを備えることを特徴とする情報処理方法。

【請求項7】 3次元空間において複数の平面図形で構成される立体オブジェクトのデータを記録する記録媒体より前記データを読み出す読出手段と、前記平面図形を、所定の表示部における表示サイズに応じて分割する分割手段と、

元の平面図形の輝度値より、分割された前記平面図形の輝度値を演算する演算手段と、

分割された前記平面図形の輝度値より、2次元の表示用データを生成する生成手段とを備えることを特徴とする情報処理装置。

【請求項8】 3次元空間において複数の平面図形で構成される立体オブジェクトのデータを記録する記録媒体より前記データを読み出すステップと、前記平面図形を、所定の表示部における表示サイズに応じて分割するステップと、元の平面図形の輝度値より、分割された前記平面図形の輝度値を演算するステップと、分割された前記平面図形の輝度値より、2次元の表示用データを生成するステップとを備えることを特徴とする情報処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、記録媒体、記録装置および方法、並びに、情報処理装置および方法に関し、特に、3次元空間における所定のオブジェクトのデータとして、基準となる基本オブジェクトの認識番号と、基本オブジェクトの頂点の座標値と所定のオブジェクトの頂点の座標値との差分値を保持する記録媒体、3次元空間における所定のオブジェクトから、基準となる基本オブジェクトの認識番号と、基本オブジェクトの頂点の座標値と所定のオブジェクトの頂点の座標値との差分値を、所定のオブジェクトのデータとして記録する記録装置および方法、並びに、3次元空間において複数の平面図形で構成される立体オブジェクトのデータを記録する記録媒体よりデータを読み出し、その平面図形を、所定の表示部における表示サイズに応じて分割し、表示データを生成する情報処理装置および方法。

【0002】

【従来の技術】最近、描画処理を高速に行い、ゲームなどを楽しむことができる家庭用TVゲーム機やパーソナルコンピュータが安価となり、各家庭に普及している。

【0003】一方、コンピュータグラフィックス（CG）を作成する場合や、CGを使用したソフトウェアを開発する場合においては、描画処理をさらに高速に行うグラフィックコンピュータが使用されている。

【0004】このような家庭用TVゲーム機、パーソナルコンピュータ、グラフィックコンピュータは、メモリ、CPU、他の演算回路などで構成される描画装置を有している。この描画装置は、CPUで、テレビジョン受像機や専用ディスプレイなどの表示部に表示する画像データ（表示用データ）を生成し、専用の描画回路で、このデータを、表示部の各画素の値を保持するフレームバッファに出力することにより、高速な描画処理を行う。

【0005】描画装置のCPUは、座標変換、クリップ

ング、光源計算などのジオメトリ処理を行い、3角形、4角形などの形状を有する基本平面図形（ポリゴン）の組み合わせた3次元の立体オブジェクトの画像を描画するための描画命令を生成し、その描画命令を描画回路に供給する。

【0006】描画回路は、CPUから供給された描画命令に従って、ポリゴンの頂点の色データと、所定の表示部に2次元で表示されるポリゴンの3次元空間における奥行き方向の位置を示すZ値から、ポリゴンを構成する画素の値を算出し、その値をフレームバッファに書き込み（レンダリング処理）、ポリゴンを描画する。

【0007】このような描画回路は、CPUと専用のバスで直結されており、他の回路（例えば、データを保持している記録装置やメモリなど）と共有しているバスに負荷（バスを介して送受信されるデータ）が集中することを防いでいる。なお、他の回路と共有しているバスを利用して、例えば、 15MPolygon/sec （1秒間に 15×10^6 個のポリゴンのレンダリング処理を行う）程度の速度で描画処理を行う場合、他の回路と共有しているバスを往来するデータ量は、 100MB/sec 乃至 200MB/sec （毎秒100乃至200メガバイト）に達するので、大容量のバスが必要となってしまう。

【0008】CPUから出力されたデータは、CPUと描画回路の間に設けられているFIFOバッファに一旦記憶され、記録された順番で、描画回路に供給される。FIFOバッファは、CPUによるデータの供給速度が一時的に、描画回路の処理速度より速くなったとき、データを順次記憶していき、CPUによるデータの供給速度が、描画回路の処理速度より遅くなったとき、記憶しているデータを描画回路に順次供給する。このように、FIFOバッファは、CPUのデータ供給速度と描画回路の処理速度の不均衡を吸収するために設けられている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、CPUおよび描画回路の負荷状況に起因して、CPUのデータ供給速度が、描画回路の処理速度を大幅に上回る場合、あるいは、CPUのデータ供給速度が描画回路の処理速度より速い状態が長時間継続する場合、未処理データが、FIFOバッファに蓄積されていき、未処理データの量が、FIFOバッファの容量を超過したとき、データの整合が取れなくなるため、CPUおよび描画回路は一旦停止するので、効率的に処理を行うことが困難であるという問題を有している。

【0010】また、高速で描画処理を行う場合、描画処理するデータ量の増加に応じて、さらに多くのメモリの容量や記録媒体の容量が必要となり、コストダウンが困難であるという問題を有している。

【0011】さらに、処理するデータ量の増加すると、

記録媒体やメモリからのデータの読み出し時間が長くなり、処理速度を速くすることが困難であるという問題を有している。

【0012】本発明は、このような状況に鑑みてなされたもので、記録媒体において、3次元空間における所定のオブジェクトのデータとして、基準となる基本オブジェクトの認識番号と、基本オブジェクトの頂点の座標値と所定のオブジェクトの頂点の座標値との差分値を保持することにより、取り扱うデータ量を低減させるとともに、立体オブジェクトを構成する平面図形を、所定の表示部における表示サイズに応じて分割することにより、取り扱うデータ量を低減させることができるものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の記録媒体は、3次元空間における所定のオブジェクトのデータとして、基準となる基本オブジェクトの認識番号と、基本オブジェクトの頂点の座標値と所定のオブジェクトの頂点の座標値との差分値を保持することを特徴とする。

【0014】請求項2に記載の記録装置は、3次元空間におけるオブジェクトから、基準となる基本オブジェクトの認識番号と、基本オブジェクトの頂点の座標値と所定のオブジェクトの頂点の座標値との差分値を算出する算出手段と、算出した認識番号と差分値を、所定のオブジェクトのデータとして記録する記録手段とを備えることを特徴とする。

【0015】請求項3に記載の記録方法は、3次元空間における所定のオブジェクトから、基準となる基本オブジェクトの認識番号と、基本オブジェクトの頂点の座標値と所定のオブジェクトの頂点の座標値との差分値を算出するステップと、算出した認識番号と差分値を、所定のオブジェクトのデータとして記録するステップとを備えることを特徴とする。

【0016】請求項4に記載の情報処理装置は、3次元空間において複数の平面図形で構成される立体オブジェクトのデータを記録する記録媒体よりデータを読み出す読出手段と、平面図形を、所定の表示部における表示サイズに対応する数の平面図形で構成される曲面に変換する第1の変換手段と、第1の変換手段により変換された曲面のデータを、2次元の表示用データに変換する第2の変換手段とを備えることを特徴とする。

【0017】請求項6に記載の情報処理方法は、3次元空間において複数の平面図形で構成される立体オブジェクトのデータを記録する記録媒体よりデータを読み出すステップと、平面図形を、所定の表示部における表示サイズに対応する数の平面図形で構成される曲面に変換するステップと、変換された曲面のデータを、2次元の表示用データに変換するステップとを備えることを特徴とする。

【0018】請求項7に記載の情報処理装置は、3次元

空間において複数の平面図形で構成される立体オブジェクトのデータを記録する記録媒体よりデータを読み出す読出手段と、平面図形を、所定の表示部における表示サイズに応じて分割する分割手段と、元の平面図形の輝度値より、分割された平面図形の輝度値を演算する演算手段と、分割された平面図形の輝度値より、2次元の表示用データを生成する生成手段とを備えることを特徴とする。

【0019】請求項8に記載の情報処理方法は、3次元空間において複数の平面図形で構成される立体オブジェクトのデータを記録する記録媒体よりデータを読み出すステップと、平面図形を、所定の表示部における表示サイズに応じて分割するステップと、元の平面図形の輝度値より、分割された平面図形の輝度値を演算するステップと、分割された平面図形の輝度値より、2次元の表示用データを生成するステップとを備えることを特徴とする。

【0020】請求項1に記載の記録媒体においては、3次元空間における所定のオブジェクトのデータとして、基準となる基本オブジェクトの認識番号と、基本オブジェクトの頂点の座標値と所定のオブジェクトの頂点の座標値との差分値が保持されている。

【0021】請求項2に記載の記録装置においては、算出手段は、3次元空間におけるオブジェクトから、基準となる基本オブジェクトの認識番号と、基本オブジェクトの頂点の座標値と所定のオブジェクトの頂点の座標値との差分値を算出し、記録手段は、算出した認識番号と差分値を、所定のオブジェクトのデータとして記録する。

【0022】請求項3に記載の記録方法においては、3次元空間における所定のオブジェクトから、基準となる基本オブジェクトの認識番号と、基本オブジェクトの頂点の座標値と所定のオブジェクトの頂点の座標値との差分値を算出し、算出した認識番号と差分値を、所定のオブジェクトのデータとして記録する。

【0023】請求項4に記載の情報処理装置においては、読出手段は、3次元空間において複数の平面図形で構成される立体オブジェクトのデータを記録する記録媒体よりデータを読み出し、第1の変換手段は、平面図形を、所定の表示部における表示サイズに対応する数の平面図形で構成される曲面に変換し、第2の変換手段は、第1の変換手段により変換された曲面のデータを、2次元の表示用データに変換する。

【0024】請求項6に記載の情報処理方法においては、3次元空間において複数の平面図形で構成される立体オブジェクトのデータを記録する記録媒体よりデータを読み出し、平面図形を、所定の表示部における表示サイズに対応する数の平面図形で構成される曲面に変換し、変換された曲面のデータを、2次元の表示用データに変換する。

【0025】請求項7に記載の情報処理装置においては、読出手段は、3次元空間において複数の平面図形で構成される立体オブジェクトのデータを記録する記録媒体よりデータを読み出し、分割手段は、平面図形を、所定の表示部における表示サイズに応じて分割し、演算手段は、元の平面図形の輝度値より、分割された平面図形の輝度値を演算し、生成手段は、分割された平面図形の輝度値より、2次元の表示用データを生成する。

【0026】請求項8に記載の情報処理方法においては、3次元空間において複数の平面図形で構成される立体オブジェクトのデータを記録する記録媒体よりデータを読み出し、平面図形を、所定の表示部における表示サイズに応じて分割し、元の平面図形の輝度値より、分割された平面図形の輝度値を演算し、分割された平面図形の輝度値より、2次元の表示用データを生成する。

【0027】

【発明の実施の形態】図1乃至図3は、本発明の情報処理装置を応用した家庭用TVゲーム機の一例を示している。この家庭用ゲーム機1は、ゲーム機本体2と、このゲーム機本体2に接続可能な操作装置17および記録装置38で構成されている。

【0028】ゲーム機本体2は、図1乃至図3に示すように、略四角形状に形成され、その中央の位置に、図4に示すような光ディスクの1種であるCD-ROM40（ゲーム用媒体に相当するディスク）を装着するディスク装着部3と、ゲーム機本体の適宜位置にゲームを任意にリセットするリセットスイッチ4と、電源のオン/オフをする電源スイッチ5と、ディスクの装着を操作するディスク操作スイッチ6と、所謂ゲームにおける操作を行う操作装置17および所謂ゲームの設定などを記録しておく記録装置38を接続する接続部7A、7Bを有している。

【0029】接続部7A、7Bは、図2および図3に示すように、2段に形成されている。接続部7A、7Bの上段部には、記録装置38を接続する記録挿入部8が設けられ、下段部には、操作装置17を接続する接続端子挿入部12が設けられている。

【0030】記録挿入部8は、横方向に長い長方形形状の挿入孔と、その内部に記録装置38が接続されるメモリ用接続端子部（図示せず）を有している。また、図2に示すように、記録挿入部8には、記録装置38が接続されていないときに、メモリ用接続端子部を埃などから保護するシャッター9が設けられている。なお、記録装置38は、電気的に書換可能なROMを有しており、所謂ゲームに関連するデータを記録するようになされている。

【0031】記録装置38を装着する場合、ユーザは、記録装置38の先端でシャッター9を内側方向に押し、さらに、記録装置38を挿入孔に押し込み、メモリ用接続端子部に接続させる。

【0032】接続端子挿入部12は、図2に示すよう

に、横方向に長い長方形形状の挿入孔と、操作装置 17 の接続端子部 26 を接続する接続端子 12A を有している。

【0033】操作装置 17 は、図 1 に示すように、両手の掌で挟持して 5 本の指が自由自在に動いて操作できる構造をしており、左右対称に配置された操作部 18、19 と、操作部 18、19 の中間部に設けたセレクトスイッチ 22 およびスタートスイッチ 23 と、操作部 18、19 の前面側に配置された操作部 24、25 と、ゲーム機本体 2 に接続するための接続端子部 26 およびケーブル 27 を有している。

【0034】図 5 は、上述のゲーム機本体 2 の内部の電氣的構成の一例を示している。

【0035】ゲーム機本体 2 は、メインバス 41 とサブバス 42 の 2 本のバスを有している。これらのバスは、バスコントローラ 43 を介して接続されている。

【0036】メインバス 41 には、マイクロプロセッサなどで構成されるメイン CPU 44（読出手段、座標変換手段）と、RAM で構成されるメインメモリ 45、メインダイナミックメモリアクセスコントローラ（メイン DMAC（Dynamic Memory Access Controller））46、MPEG デコーダ（MDEC）47、プログラマブルパケットエンジン（PPP）48（第 1 の変換手段、分割手段、演算手段）、および、画像処理装置（GPU（Graphical Processing Unit））49（第 2 の変換手段、生成手段）が接続されている。

【0037】一方、サブバス 42 には、マイクロプロセッサなどで構成されるサブ CPU 50、RAM で構成されるサブメモリ 51、サブ DMAC 52、オペレーティングシステムなどのプログラムが記憶されている ROM 53、音声処理装置（SPU（Sound Processing Unit））54、通信制御部（ATM）55、ディスク装着部 3 を兼ねる CD-ROM ドライブ 56、入力部 57、および、GPU 49 が接続されている。

【0038】バスコントローラ 43 は、メインバス 41 とサブバス 42 を接続し、メインバス 41 からのデータをサブバス 42 に出力するとともに、サブバス 42 からのデータをメインバス 41 に出力するようになっている。

【0039】メイン CPU 44 は、ゲーム機本体 2 の起動時に、サブバス 42 に接続されている ROM 53 から、バスコントローラ 43 を介して起動プログラムを読み込み、その起動プログラムを実行し、オペレーティングシステムを動作させるようになっている。

【0040】メイン CPU 44 は、CD-ROM ドライブ 56 を制御し、CD-ROM ドライブ 56 にセットされた CD-ROM 40 からアプリケーションプログラムやデータを読み出し、メインメモリ 45 に記憶させるようになっている。

【0041】メイン CPU 44 は、CD-ROM 40 か

ら読み出した、複数の基本図形（ポリゴン）で構成された 3 次元オブジェクトのデータ（ポリゴンの頂点（代表点）の座標値など）に対して、座標変換などのジオメトリ演算を行うジオメトリ演算エンジン（GTE（Graphic Transfer Engine））71 と、GTE 71 によって計算されたデータをパケットとして、メインバス 41 を介して PPP 48 に送信するパケットエンジン（PKE（Packet Engine））72 を有している。

【0042】GTE 71 は、浮動小数点の実数を演算する複数の演算素子を有し、並列に浮動小数点演算を行うようになっている。PKE 72 は、GTE 71 により算出されたポリゴンのデータをパケットとして、メインバス 41 を介して PPP 48 に供給するようになっている。

【0043】PPP 48 は、メイン CPU 44 の PKE 72 より供給されたパケットに含まれるポリゴンの情報から、そのポリゴンを、複数の小さいポリゴンで構成される曲面に変換し、その曲面のデータを GPU 49 に出力するようになっている。

【0044】図 6 は、PPP 48 の一構成例を示している。PKE 91 は、メイン CPU 44 の PKE 72 からのパケットを受け取り、そのパケットを一時的に RAM 92 に記憶し、そのパケットに含まれるデータのうち、ポリゴンを処理するプログラムを指定するデータ（後述）をインストラクション RAM 93 に記憶させ、その他のデータ（ポリゴンの頂点の座標データなど）をソースデータ RAM 94 に記憶させるようになっている。

【0045】サブ CPU 95 は、ROM 96 に記憶されているプログラムに従って動作し、インストラクション RAM 93 にデータが記憶されると、そのデータを読み出し、そのデータで指定されるプログラム（サブ CPU 95 に常駐している）で、ソースデータ RAM 94 に記憶されているポリゴンのデータ（ポリゴンの頂点の座標データなど）から、そのポリゴンを、3 次元空間の奥行き方向におけるポリゴンの位置（Z 値）に対応した数（即ち、このポリゴンが所定の表示部に表示されるときに表示サイズに対応した数）のポリゴン（サブポリゴン）に分割する。

【0046】このとき、サブ CPU 95 は、PKE 72 より供給されるパケットに含まれている曲面パラメータ（後述）により表現される基準曲面に沿って、サブポリゴンを生成する（即ち、複数のサブポリゴンで構成された曲面を生成する）。

【0047】そして、サブ CPU 95 は、生成した複数のポリゴンの頂点の座標値をディスティネーションデータ RAM 97 に記憶させ、GPU 49 に供給するようになっている。

【0048】図 5 に戻り、GPU 49 は、PPP 48 のディスティネーションデータ RAM 97 から、分割したポリゴンの座標値（3 次元）などのデータを読み出し、

その3次元の座標値を、所定の表示部に対応する2次元の座標値に変換した後、それらのデータからポリゴンに対応する画素データを生成し、その画素データをフレームバッファ58に書き込み、レンダリング処理を行うになされている。なお、このとき、GPU49は、3次元の座標値(x, y, z)から、表示用の2次元の座標値(X, Y)を、次式(透視変換)を利用して算出している。

$$X = x / z, \quad Y = y / z$$

【0049】メインDMAC46は、メインバス41に接続されている各回路を対象としてDMA転送などの制御を行うようになされている。また、メインDMAC46は、バスコントローラ43の状態に応じて、サブバス42に接続されている各回路を対象としてDMA転送などの制御を行うこともできる。また、MDEC47は、メインCPU44と並列に動作し、MPEG方式あるいはJPEG方式で圧縮されているデータを伸張するようになされている。

【0050】サブCPU50は、ROM53に記憶されているプログラムに従って各種動作を行うようになされている。サブDMAC52は、バスコントローラ43がメインバス41とサブバス42を切り離している状態においてのみ、サブバス42に接続されている各回路を対象としてDMA転送などの制御を行うようになされている。

【0051】SPU54は、サブCPU50やサブDMAC52から供給されたサウンドコマンドに対応して、サウンドメモリ59から音声データを読み出してオーディオ出力として出力するようになされている。

【0052】通信制御部55(図中のATM)は、公衆回線に接続され、その回線を介してデータの送受信を行うようになされている。

【0053】入力部57は、操作装置17を接続する接続端子部12A、他の装置(図示せず)からの画像データを受け取るビデオ入力回路82、および、他の装置からの音声データを受け取るオーディオ入力回路83を有している。

【0054】次に、図7のフローチャートを参照して、ポリゴンの描画処理時における上記実施例の動作について説明する。

【0055】最初にステップS1において、メインCPU44は、操作装置17におけるユーザによる操作に対応する信号を、入力部57を介して受け取るとともに、メインメモリ45からポリゴンのデータ(頂点の座標値、法線ベクトル、基準曲面のデータ(曲面パラメータ))(予めCD-ROM40から読み出されている)を読み出し、ユーザの操作に対応して、そのポリゴンをGTE71で座標変換する。

【0056】次に、ステップS2において、メインCPU44のPKE72は、ポリゴンの頂点の座標値、その

ポリゴンの法線ベクトル、PPP48において使用される曲面パラメータ、および、PPP48において複数のポリゴンで構成される曲面の生成に使用されるプログラムを指定する識別子を1つのバケットとして、メインバス41を介して、PPP48のPKE91に送信する。

【0057】なお、メインDMAC46を利用して、バケットをPPP48に送信することもできる。

【0058】例えば、GTE71における座標変換によって、図8(a)に示すような頂点P0乃至P3を有する4角形のポリゴンが生成された場合、PKE72は、図8(b)に示すように、プログラムを指定する識別子(図中のCode)、ポリゴンの法線ベクトル(図中のNx, Ny, Nz)、基準曲面を表す曲面パラメータ、頂点P0乃至P3に対応する座標値(Xi, Yi, Zi)(i=0, ..., 3)、その座標値に対応する基準曲面の媒介変数(後述)の値(ui, vi)(i=0, ..., 3)および色データ値RGBi(i=0, ..., 3)で構成されるバケットをPPP48のPKE91に送信する。

【0059】なお、バケットの形式は、識別子Codeに応じて設定され、識別子Codeによって指定されるプログラムが処理することができるようになされている。

【0060】なお、例えば、識別子Codeによって、基準曲面を2次曲面として処理するプログラムが指定された場合、基準曲面(x, y, z)は、媒介変数u, vを利用して次式で表される。

【数1】

$$\begin{cases} x = fx(u, v) = a_{01} \times u^2 + a_{01} \times v^2 + a_{02} \times uv \\ \quad + a_{03} \times u + a_{03} \times v + a_{04} \\ y = fy(u, v) = a_{11} \times u^2 + a_{11} \times v^2 + a_{12} \times uv \\ \quad + a_{13} \times u + a_{13} \times v + a_{14} \\ z = fz(u, v) = a_{21} \times u^2 + a_{21} \times v^2 + a_{22} \times uv \\ \quad + a_{23} \times u + a_{23} \times v + a_{24} \end{cases}$$

【0061】そして、これらの定数a₀₁乃至a₂₄のうち、所定の数の非零の定数a_{ij}が、曲面パラメータとしてPPP48に送信される。

【0062】また、識別子Codeによって、基準曲面を球面として処理するプログラムが指定された場合、媒介変数u, vを利用して次式で表される、半径R、中心座標(x_c, y_c, z_c)の球面が、基準曲面(x, y, z)として利用される。

【数2】

$$\begin{cases} x = R \cos v \cos u + x_c \\ y = R \sin v + y_c \\ z = R \cos v \sin u + z_c \end{cases}$$

【0063】そして、この球面の半径Rと中心座標(x

c, y c, z c) が、曲面パラメータとして PPP 48 に送信される。

【0064】次に、図7に戻り、ステップS3において、PPP48のPKE91は、メインCPU44のPKE72より供給されたバケットを一旦RAM92に記憶させ、そのバケットに含まれているデータのうち、プログラムを指定する識別子(Code)をインストラクションRAM93に記憶させ、ポリゴンの頂点の座標値、媒介変数の値、ポリゴンの法線ベクトル、および、曲面パラメータをソースデータRAM94に記憶させる。

【0065】ステップS4において、PPP48のサブCPU95は、インストラクションRAM93から識別子Codeを読み出し、その識別子Codeの値に対応するプログラムで処理を行い、ソースデータRAM94から、ポリゴンの頂点の座標値などのデータを読み出し、このポリゴンの奥行き方向の位置を示すZ値を算出する。

【0066】そして、ステップS5において、サブCPU95は、ソースデータRAM94から、媒介変数u, vの値と曲面パラメータを読み出し、媒介変数u, vで規定される空間((u, v)空間)におけるポリゴンの頂点の中点を算出し、その中点と、ポリゴンの頂点でサブポリゴンを生成する(即ち、ポリゴンを分割する)。

【0067】なお、このように、(u, v)空間で生成される中点は、曲面パラメータで表される基準曲面の式で、(x, y, z)空間に写像することにより、基準曲面上に配置されるので、この中点とポリゴンの頂点で基準曲面に沿ったサブポリゴンが形成される(即ち、サブポリゴンで構成される曲面が生成される)。

【0068】そして、サブCPU95は、サブポリゴンの表示サイズ(表示面積A)が、所定の基準値D以下になるまで、各サブポリゴンの再帰的に分割していく。

【0069】サブCPU95は、このようにして生成されたサブポリゴンの頂点の座標値をディスティネーションデータRAM97に記憶させる。

【0070】例えば、図8に示すポリゴンがPPP48に供給された場合、まずサブCPU95は、4角形ABCDを、3角形ABCと3角形ACDに分けた後、3角形ABCの表示面積Aを算出し、表示面積Aが基準値Dより小さいと判断した場合、図9(a)に示すように中点Eを生成し、サブポリゴンABEとサブポリゴンBCEを生成する。同様に、3角形ACDの表示面積Aを算出し、表示面積Aが基準値Dより小さいと判断した場合、図9(b)に示すように中点Eを生成し、サブポリゴンECDとサブポリゴンAEDを生成する。

【0071】そして、さらに、これらのサブポリゴン(サブポリゴンABE、サブポリゴンBCE、サブポリゴンECDおよびサブポリゴンAED)を分割すると、図10に示すように8個のサブポリゴンが生成される。

このように、分割を繰り返すごとに、サブポリゴンで構成される曲面は、基準曲面である球面に近づいていく。

【0072】同様に、図11(a)に示すような球状のオブジェクトを表現する場合、このオブジェクトが、所定の表示部において小さく表示されるときは、例えば、図11(b)に示すように、8個の頂点(12個のポリゴン)で直方体(立方体)を表示させる。一方、このオブジェクトがやや大きく表示されるときは、例えば、図11(c)に示すように、14個の頂点(24個のポリゴン)で、図11(b)のオブジェクトより球形に近いオブジェクトを表示させ、このオブジェクトが、さらに大きく表示されるときは、例えば、図11(d)に示すように、26個の頂点(48個のポリゴン)で、図11(c)のオブジェクトより球形に近いオブジェクトを表示させる。

【0073】図7に戻り、ステップS6において、GPU49は、PPP48のディスティネーションデータRAM97から、サブポリゴンの頂点の座標値などのデータを読み出し、それらのサブポリゴンの画素データを生成し、その画素データをフレームバッファ58に書き込み、レンダリング処理を行う。

【0074】このようにして、ポリゴンをZ値に応じて分割し、分割したポリゴン(基準曲面に沿ったサブポリゴン)を描画する。所定の数のポリゴンを描画することにより、それらのポリゴンで構成される3次元オブジェクトが表示される。上述のように、メインCPU44のGTE71で座標変換などのジオメトリ演算を行い、PPP48は、各ポリゴンに対する局所的な演算だけを行うので、回路規模を小さくすることができ、並列化することができる。

【0075】次に、ステップS5におけるポリゴンの分割処理の詳細について、図12のフローチャートを参照して説明する。

【0076】最初にステップS21において、サブCPU95は、供給された4角形のポリゴンを2つの3角形のポリゴンに分けた後、3角形のポリゴンの面積(所定の表示部に表示されるとき面積)Aを算出する。

【0077】次に、ステップS22において、サブCPU95は、そのポリゴンの面積Aが、所定の基準値Dより大きいかなかを判断し、面積Aが基準値Dより大きいと判断した場合、ステップS23に進む。一方、面積Aが基準値D以下であると判断された場合、ポリゴンの分割を終了する。

【0078】ステップS23において、サブCPU95は、媒介変数u, vで規定される(u, v)空間において、ポリゴンの2つの頂点の中間に位置する中点を生成し、ポリゴンの3つの頂点とその中点で、ポリゴンを2つのサブポリゴン(サブポリゴンA, B)に分割する。例えば、図9(a)において、中点Eを生成し、ポリゴンABCをサブポリゴンABEとサブポリゴンBCEに

分割している。

【0079】媒介変数 u, v で規定される (u, v) 空間において、ポリゴン ABC の頂点が、例えば、 $A = (\pi/4, \pi/4)$ 、 $B = ((3/4)\pi, \pi/4)$ 、 $C = ((5/4)\pi, \pi/4)$ である場合、頂点 A, B の中点 F は、頂点 A, B の各成分を平均して $F = (\pi/2, \pi/4)$ と算出される。

【0080】ただし、所定の2つの頂点 $((u_1, v_1), (u_2, v_2))$ の u 成分の平均 $((u_1 + u_2)/2)$ が、 π である場合、 u 成分が π である点は上述の式において定義されていないので、そのときの中点は、 $(0, \pi/2)$ とする。頂点 A, C の u 成分の平均は $\pi = ((5/4)\pi - \pi/4)$ となるので、頂点 A, C の中点 E の座標値は、 $(0, \pi/2)$ としている。

【0081】なお、このときの基準曲面を、例えば、半径 R が $R=1$ であり、かつ、中心の座標 (x_c, y_c, z_c) が $(x_c, y_c, z_c) = (0, -2, 2)$ である球面とすると、頂点 A の3次元空間における座標値 (x, y, z) は、上述の式(球面の式)より、 $(x, y, z) = (1/2, 1/(2^{1/2}) - 2, 5/2)$ となり、同様に、頂点 B の座標値は、 $(x, y, z) = (-1/2, 1/(2^{1/2}) - 2, 5/2)$ となり、頂点 C の座標値は、 $(x, y, z) = (-1/2, 1/(2^{1/2}) - 2, 3/2)$ となる。そして、中点 E の座標値は、 $(x, y, z) = (0, -1, 2)$ となる。

【0082】さらに、これらの頂点の座標を透視変換で、表示用の2次元の座標値に変換すると、頂点 A の座標値 (X, Y) は、上述の透視変換の式より、 $(X, Y) = (1/5, ((2^{1/2}) - 4)/5)$ となり、同様に、頂点 B の座標値は、 $(X, Y) = (-1/5, ((2^{1/2}) - 4)/5)$ となり、頂点 C の座標値は、

$(X, Y) = (-1/3, ((2^{1/2}) - 4)/3)$ となる。そして、中点 E の座標値は、 $(x, y, z) = (0, -1/2)$ となる。

【0083】このように、 (u, v) 空間において中点を生成することにより、その中点は、3次元空間および表示用の2次元空間における中点に配置されず、基準曲面上に配置される(図9(a))。

【0084】そしてステップ $S24$ において、サブポリゴン 95 は、サブポリゴン A について、サブポリゴンの生成処理を行う。即ち、サブポリゴン A に対して、現在説明しているポリゴン分割処理を行う。例えば、ステップ $S23$ において生成されたサブポリゴン ABE に対して、ポリゴン分割処理を、ステップ $S21$ から開始する。

【0085】また、ステップ $S25$ において、サブポリゴン 95 は、サブポリゴン B について、サブポリゴンの生成処理を行う。即ち、サブポリゴン B に対して、現在説明しているポリゴン分割処理を行う。

【0086】このように、ステップ $S24, S25$ において、この処理を再帰的に行うことにより、分割されたポリゴンがさらに分割されていき、基準値 D 以下の大きさを有するサブポリゴンに分割されるまで、処理が継続される。このとき、各中点は、媒介変数 u, v で規定される (u, v) 空間において生成されるので、上述のように、分割されたサブポリゴンによって、基準曲面に沿った曲面が形成される。

【0087】なお、上述の処理においては、基準曲面が球面であるが、基準曲面を他の曲面にすることもできる。例えば、次式に示す媒介変数 u, v の多項式を、基準曲面 (x, y, z) として利用することができる。

【数3】

$$\begin{cases} x = (1-v)((1-u)x_0 + ux_1) + v((1-u)x_3 + ux_2) + Nx f(u,v) \\ y = (1-v)((1-u)y_0 + uy_1) + v((1-u)y_3 + uy_2) + Ny f(u,v) \\ z = (1-v)((1-u)z_0 + uz_1) + v((1-u)z_3 + uz_2) + Nz f(u,v) \end{cases}$$

【0088】このとき、媒介変数 u, v は、識別子 $Code$ で指定されるプログラムにおいて、予め $(u, v) = (0, 0), (1, 0), (1, 1), (0, 1)$ の4点に固定しておき、定数 $x_i, y_i, z_i (i=0, \dots, 3)$ をデータとして $PPP48$ に供給することにより、3次元空間において4点の座標値を算出する。

【0089】この式の $f(u, v)$ は、媒介変数 u, v の2次式であり、各項の係数が曲面パラメータとして $PPP48$ に供給される。例えば、 $f(u, v)$ が、次式 $f(u, v) = a \times u^2 + b \times u + c \times v^2 + d \times v + e$ で表される場合、係数 a 乃至 e が曲面パラメータとして $PPP48$ に供給される。

【0090】従って、この場合、図13に示すように、

識別子 $Code$ と法線ベクトル Nx, Ny, Nz 、曲面パラメータ、定数 $x_i, y_i, z_i (i=0, \dots, 3)$ 、および4点に対応する色データ $(RGB_i) (i=0, \dots, 3)$ で構成されるパケットが、 $PPP48$ に供給される。なお、 $PPP48$ に DDA (Digital Differential Analyzer) を設けることにより、この基準曲面の式を漸化式で簡単に計算することができる。

【0091】図13のパケットで供給されたポリゴンは、基準曲面が球面である場合と同様に、 $PPP48$ において Z 値に応じて分割される。例えば、 $PPP48$ のサブ $CPU95$ は、 Z 値が大きく、奥行き方向の遠くにポリゴンが配置される場合(所定の表示部においてポリゴンが小さく表示される場合)、図14(a)に示すよ

うに、そのポリゴンを分割しないで（即ち、分割数を1として）、そのポリゴンの頂点の座標値をディスティネーションデータRAM97に記憶させる。

【0092】一方、サブCPU95は、Z値がやや小さく、奥行き方向のやや近くにポリゴンが配置される場合（所定の表示部においてポリゴンがやや大きく表示される場合）、図14（b）に示すように、そのポリゴンを4分割し（即ち、分割数を4として）、4個のサブポリゴンを基準曲面に対応して生成し、その4個のサブポリゴンの頂点の座標値をディスティネーションデータRAM97に記憶させる。

【0093】また、Z値が小さく、奥行き方向の近くにポリゴンが配置される場合（所定の表示部においてポリゴンが大きく表示される場合）、サブCPU95は、図14（c）に示すように、そのポリゴンを16分割し（即ち、分割数を16として）、16個のサブポリゴンを基準曲面に対応して生成し、その16個のサブポリゴンの頂点の座標値をディスティネーションデータRAM97に記憶させる。

【0094】例えば、図14（c）に示すように、ポリゴンを16個のサブポリゴンに分割した場合、16個のサブポリゴンは、図15（a）に示すように、25個の頂点P0乃至P24を有し、サブCPU95は、各頂点の座標値および色データ値（ X_i , Y_i , Z_i , RGB_i ）（ $i=0, \dots, 24$ ）を、図15（b）に示すように配列し、ディスティネーションデータRAM97に記憶させる。

【0095】なお、この分割例は、4角形のポリゴン（サブポリゴン）を利用したものである。

【0096】このように、所定の表示部で表示されるサイズ（表示サイズ）に応じて、オブジェクトの形状を変化させ、表示サイズが小さい場合、頂点の少ないオブジェクトを、所定のオブジェクトとして表示し、表示に必要な演算数を低減する。一方、表示サイズが大きい場合は、本来のオブジェクトと表示されたオブジェクトの形状の違いをユーザに感じさせないように、頂点の多いオブジェクトを、所定のオブジェクトとして表示する。

【0097】また、このように、比較的粗いサイズのポリゴンのデータをPPP48に送信し、PPP48においてZ値に応じてそのポリゴンを分割することにより、メインCPU44からメインバス41を介してPPP48に供給されるデータ量を低減し、メインバス41の負荷を軽くすることができる。

【0098】図16に示すように、PPP48からGPU49に出力されるデータ量（出力データ量）は、ポリゴンの分割数に応じて増加するが、メインCPU44からメインバス41を介してPPP48に供給されるデータ量（入力データ量）は、ポリゴンの分割数に関係なく一定である（図13のパケットでは、1ポリゴンあたり6ワードである）ため、メインバス41の負荷を、一定

にすることができる。また、このようにすることにより、図16のデータ圧縮比に示すように、データを圧縮していることになり、取り扱うデータ量（メインバス41を往来するデータの量など）が少なくなっている。

【0099】なお、GPU49は、4個の頂点のデータを保持しながら、各ポリゴンの処理を行うので、GPU49が4個以上前に供給した頂点のデータを再度使用する場合、PPP48は、もう一度、その頂点のデータを供給する。従って、PPP48からの出力データ量（ワード数）は、分割されたポリゴンの頂点の数より多くなっている。

【0100】例えば、図15の、全部で25個の頂点P0乃至P24を有する、16個に分割されたポリゴンのデータをGPU49に供給する場合、最初に、PPP48は、頂点P0乃至P3のデータをGPU49に供給し、GPU49は、頂点P0乃至P3を有するポリゴンの処理を行う。次に、PPP48は、頂点P4, P5のデータを供給し、GPU49は、頂点P1, P3, P4, P5を有するポリゴンの処理を行う。同様に、PPP48は、頂点P6乃至P9のデータを順番に供給し、GPU49は、頂点P4乃至P7を有するポリゴンと頂点P6乃至P9を有するポリゴンの処理を行う。

【0101】次に、PPP48は、頂点P2, P3, P10, P11のデータをGPU49に供給し、GPU49は、頂点P2, P3, P10, P11を有するポリゴンの処理を行う。さらに、PPP48は、頂点P5, P12のデータを供給し、GPU49は、頂点P3, P5, P11, P12を有するポリゴンの処理を行う。同様に、PPP48は、頂点P7, P9, P13, P14のデータを供給し、GPU49は、頂点P5, P7, P12, P13を有するポリゴンと頂点P7, P9, P13, P14を有するポリゴンの処理を行う。

【0102】以下同様に、PPP48は、頂点P10乃至P24のデータをGPU49に供給し、GPU49は、各ポリゴンの処理を行う。

【0103】以上のようにして、PPP48は、各ポリゴンの頂点のデータをGPU49に供給するので、頂点P2, P3, P5, P7, P9および頂点P10乃至P19の15個の頂点のデータは、GPU49に2回供給される。従って、合計40個分（ $=25+15$ ）の頂点のデータがGPU49に供給されるので、図16に示すように、ポリゴンを16分割した場合のPPP48からのデータ出力量は、40ワードとなる。また、このようにして供給されるデータはストライプメッシュと呼ばれる。

【0104】上述の実施例においては、基準曲面を表す曲面パラメータをPPP48に供給しているが、光源の位置を表すパラメータをポリゴンの頂点の座標値とともにPPP48に供給し、ポリゴンをZ値に応じて分割した後、分割したポリゴン（サブポリゴン）における輝度

値を、光源の位置を表すパラメータから算出することもできる。

【0105】例えば、図17(a)に示すようなポリゴンの頂点P0乃至P3の座標値(X_i, Y_i, Z_i , ($i=0, \dots, 3$))、法線ベクトル(N_x, N_y, N_z)、ポリゴンの分割処理を行うプログラムを指定する識別子(図中のCode)とともに、光源の位置を示す光源パラメータを含むデータをCD-ROM40に記録しておき、そのデータを読み出し、メインメモリ45に記憶させ、GTE71によりポリゴンの座標変換を行った後、PKE72で、それらのデータを、図17(b)に示すように、1つのパケットとしてPPP48に供給する。そして、PPP48は、ポリゴンを分割した後、光源パラメータより、各サブポリゴンの輝度値の計算を行う。なお、点光源の場合、点光源の座標(L_x, L_y, L_z)と、光源の色情報(L_r, L_g, L_b)が、光源パラメータとしてPPP48に供給される。

【0106】PPP48は、供給された光源パラメータから、図18(a)に示す、光源からの法線と、ポリゴンを含む2次元平面(p, q)との交点の座標(p_0, q_0)、および、2次元平面(p, q)からの光源の高さ h を算出し、さらに、各サブポリゴンの頂点の座標値(p, q)から、そのサブポリゴンの頂点における輝度値 L (光源からの距離の2乗に反比例する)を、次式で算出する。

$$L = h^2 / (h^2 + (p - p_0)^2 + (q - q_0)^2)$$

【0107】例えば、ポリゴンを8個のサブポリゴンに分割した場合、PPP48は、サブポリゴンの頂点毎に輝度値を算出し、GPU49は、それらのサブポリゴンの頂点の輝度値より、そのサブポリゴンの輝度値を算出し、図18(b)に示すように、ポリゴンの表示を行う。同様に、ポリゴンを32個のサブポリゴンに分割した場合、PPP48は、サブポリゴンの頂点毎に輝度値を計算し、GPU49は、それらのサブポリゴンの頂点の輝度値より、そのサブポリゴンの輝度値を算出し、図18(c)に示すように、ポリゴンの表示を行う。このように、所定のポリゴンにおいて、サブポリゴン毎に輝度値を計算することにより、オブジェクトの表面の輝度値を細かく変化させることができる。

【0108】そして、図19(a)に示すように、例えば16分割して生成されたサブポリゴンの各頂点(この場合、25個)に対してこのように計算された輝度値は、図19(b)に示すように、各頂点の座標値とともに、PPP48からGPU49に出力される(PPP48のディステーションデータRAM97からGPU49によって読み取られる)。

【0109】以上のようにして、ポリゴンを分割し、各サブポリゴンの輝度値を算出することにより、ポリゴンの表示サイズに応じて輝度値の変化の粗密を調節するこ

とができる。また、このようにすることにより、GPU49は、グローシェーディングのような線形の演算を行うだけでよいので(複雑な光源計算を行わなくてもよいので)、GPU49の負荷を軽減することができる。

【0110】なお、この場合、ポリゴンは、図19(a)に示すように、3次元空間において線形に分割されている。

【0111】また、上述に実施例においては、3次元オブジェクトを構成するポリゴンの頂点の座標をCD-ROM40から読み出しているが、3次元の基本的な形状(球、円筒、立方体、平面など)を有する基本オブジェクト(テンプレート(雛型))をPPP48(ROM96)に予め記憶させておくとともに、所定の3次元オブジェクトを、テンプレートに対応する識別番号(テンプレートパターンID)と、テンプレートの代表点における差分値(テンプレートの代表点と、その代表点に対応する3次元オブジェクトの点との偏差)で表現し、CD-ROM40に記録させておくこともできる。

【0112】例えば、図20(a)に示すような回転体形状(所定の回転軸に対して対称な回転体)は、図20(b)に示す円柱形のテンプレートを指定するテンプレートパターンIDと、円柱形のテンプレートの代表点 P_{ij} ($i=0, \dots, 9$)における、テンプレートからの偏差(差分値) n_{ij} で表現される。

【0113】このようなテンプレートを利用した場合、メインCPU44は、CD-ROM40から、テンプレートパターンID、オブジェクトの座標値、および、テンプレートからの偏差 n_{ij} を読み出し、図21に示すように、これらの数値を、このポリゴン进行处理するプログラムを指定する識別子Codeとともに1つのパケットとしてPPP48に送信する。

【0114】そして、PPP48は、このパケットを受け取ると、パケットに含まれている識別子Codeで指定されたプログラムで、パケットに含まれている3次元オブジェクトのデータの処理を行い、テンプレートパターンIDを参照して、そのテンプレートパターンIDに対応するテンプレートのデータをROM96から読み出し、そのデータと、テンプレートからの偏差 n_{ij} から、3次元オブジェクトの形状を特定する。

【0115】このように、テンプレートを指定するテンプレートパターンIDと、テンプレートからの偏差 n_{ij} で3次元オブジェクトを表現することにより、テンプレートの形状の対称性に応じて、CD-ROMに記録しておくデータ量や、座標変換などにおける演算回数を低減することができる。例えば、図20(b)に示すように、円柱形のテンプレートにおいては、半径方向の偏差(1次元)だけで、図20(a)に示す形状を表現することができる。

【0116】図22は、CD-ROM40を作成する作成装置の一例を示している。図22(a)の作成装置

は、図13に示すポリゴン単位の水データ形式で、所定の3次元オブジェクトを記録するようになされている。そして、本発明の記録装置の一実施例である図22(b)の作成装置は、図21に示すようなテンプレートを利用したデータ形式で、所定の3次元オブジェクトを記録するようになされている。

【0117】図22(a)の作成装置において、モデラ112は、入力装置111から設計者(画像を作成する者)の操作に応じた信号を受け取り、設計者の操作に応じた3次元オブジェクトを生成するようになされている。

【0118】そして、モデラ112は、生成した3次元オブジェクトの曲面に関する情報を演算回路113に供給するとともに、生成した3次元オブジェクトを構成するポリゴンの頂点の座標値を記録装置114に供給するようになされている。

【0119】演算回路113は、モデラ112から供給された曲面の情報から各ポリゴンに対応する曲面パラメータを算出し、記録装置114に供給するようになされている。

【0120】記録装置114は、マスタディスクにレーザ光を照射し、モデラ112および演算回路113から供給されたデータ(記録データ)を、マスタディスクに記録するようになされている。なお、このマスタディスクは、ホトレジストが表面に塗布されており、モータによって所定の速度で回転されながら、レーザ光を記録装置114によって照射され、記録データに対応するピット形状に感光された後、現像される。そして、マスタディスク(表面の凹凸)から、スタンパが作成され、さらに、そのスタンパから多数のレプリカディスクとしてのCD-ROMが作成される。

【0121】このようにして、CD-ROMのスタンパの作成時において、マスタディスクにレーザ光を記録データに対応して照射することにより、曲面パラメータや頂点の座標値を含む記録データを各トラックに記録する。そして、マスタディスクを転写したスタンパをさらに転写することで、記録データに対応したピット形状を有するCD-ROMを製造する。

【0122】次に、図22(b)の作成装置において、モデラ112は、入力装置111から設計者の操作に応じた信号を受け取り、設計者の操作に応じた3次元オブジェクトを生成するようになされている。

【0123】そして、モデラ112は、生成した3次元オブジェクトの情報を演算回路115に供給するとともに、生成した3次元オブジェクトの代表点の座標値を記録装置114に供給するようになされている。

【0124】演算回路115(算出手段)は、モデラ112から供給された3次元オブジェクトの情報から、その3次元オブジェクトに対応するテンプレートを選択し、そのテンプレートの認識番号、および、テンプレ

ートの代表点と、モデラ112が作成した3次元オブジェクトの代表点における差分値を算出し、記録装置114に供給するようになされている。

【0125】記録装置114(記録手段)は、マスタディスクにレーザ光を照射し、モデラ112および演算回路115から供給された記録データ(テンプレートパターンID、代表点における差分値)を、マスタディスクに記録するようになされている。そして、CD-ROMが、図22(a)の作成装置と同様に、マスタディスクから作成される。

【0126】以上のようにして、記録データとして、テンプレートパターンID、代表点における差分値を保持するCD-ROMが作成される。

【0127】なお、上述の実施例においては、記録媒体をしてCD-ROMを利用しているが、他の記録媒体を利用することもできる。

【0128】

【発明の効果】以上のごとく、請求項1に記載の記録媒体によれば、3次元空間における所定のオブジェクトのデータとして、基準となる基本オブジェクトの認識番号と、基本オブジェクトの頂点の座標値と所定のオブジェクトの頂点の座標値との差分値を保持するので、オブジェクト当たりのデータ量が少なくて済み、より多くのオブジェクトのデータを保持することができる。

【0129】請求項2に記載の記録装置および請求項3に記載の記録方法によれば、3次元空間における所定のオブジェクトから、基準となる基本オブジェクトの認識番号と、基本オブジェクトの頂点の座標値と所定のオブジェクトの頂点の座標値との差分値を算出し、算出した認識番号と差分値を、所定のオブジェクトのデータとして記録するので、より多くのオブジェクトのデータを保持する記録媒体を作成することができる。

【0130】請求項4に記載の情報処理装置および請求項6に記載の情報処理方法によれば、平面図形を、所定の表示部における表示サイズに対応する数の平面図形で構成される曲面に変換するので、取り扱うデータ量を低減することができ、バスの負荷を軽減することができる。

【0131】請求項7に記載の情報処理装置および請求項8に記載の情報処理方法によれば、平面図形を、所定の表示部における表示サイズに応じて分割し、元の平面図形の輝度値より、分割された平面図形の輝度値を演算するので、取り扱うデータ量を低減することができ、バスの負荷を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の情報処理装置を応用した家庭用ゲーム機の一例を示す平面図である。

【図2】図1の家庭用ゲーム機1の正面図である。

【図3】図1の家庭用ゲーム機1の側面図である。

【図4】図1の家庭用ゲーム機1で再生されるCD-R

OMの一例を示す平面図である。

【図5】図1の家庭用ゲーム機1の内部の電気的構成例を示すブロック図である。

【図6】図5のPPP48の構成例を示すブロック図である。

【図7】図1の家庭用ゲーム機1のポリゴン描画処理について説明するフローチャートである。

【図8】図1の家庭用ゲーム機1で処理されるポリゴンおよびそのデータ形式の一例を示す図である。

【図9】ポリゴン分割の一例を示す図である。

【図10】ポリゴン分割の他の例を示す図である。

【図11】Z値に応じて表示される3次元オブジェクトの例を示す図である。

【図12】ポリゴン分割の処理を説明するフローチャートである。

【図13】図1の家庭用ゲーム機1で処理されるポリゴンおよびそのデータ形式の他の例を示す図である。

【図14】図13のポリゴンを分割した例を示す斜視図である。

【図15】図13のポリゴンを分割して生成されたポリゴンの一例を示す図である。

【図16】PPP48が取り扱うデータの量の一例を示す図である。

【図17】図1の家庭用ゲーム機1で処理されるポリゴンおよびそのデータ形式の他の例を示す図である。

【図18】図17のポリゴンを分割して生成されたポリ

ゴンの輝度値の計算の一例を示す図である。

【図19】図17のポリゴンを分割して生成されたポリゴンの一例を示す図である。

【図20】3次元オブジェクト、および、それに対応するテンプレートの一例を示す斜視図である。

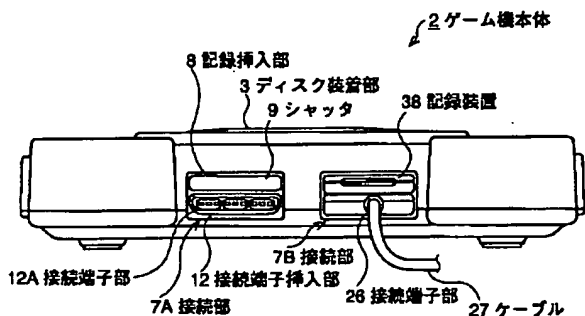
【図21】テンプレートを利用した3次元オブジェクトを表すデータ形式の一例を示す図である。

【図22】本発明の記録装置の一実施例である作成装置の構成例を示すブロック図である。

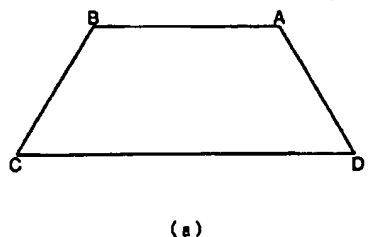
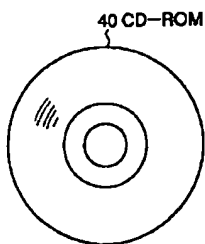
【符号の説明】

1 家庭用ゲーム機, 2 ゲーム機本体, 3 ディスク装着部, 17 操作装置, 40 CD-ROM, 41 メインバス, 42 サブバス, 43 パスコントローラ, 44 メインCPU, 45 メインメモリ, 46 メインDMAC, 47 MPEGデコーダ, 48 プログラマブルパケットエンジン(PPP), 49 画像処理装置(GPU), 50 サブCPU, 51 サブメモリ, 52 ROM, 53 サブDMAC, 56 CD-ROMドライブ, 58 フレームバッファ, 71 ジオメトリ演算エンジン(GTE), 72 パケットエンジン(PKE), 91 パケットエンジン(PKE), 93 インストラクションRAM, 94 ソースデータRAM, 96 サブCPU, 97 ディスティネーションデータRAM, 112 モデラ, 113 演算回路, 114 記録装置, 115 演算回路

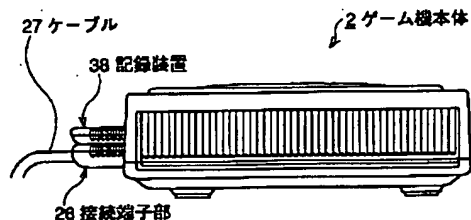
【図2】



【図4】



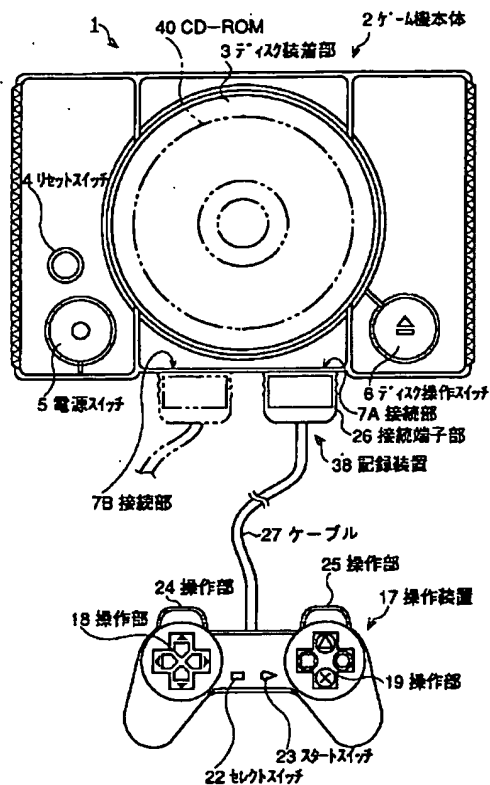
【図3】



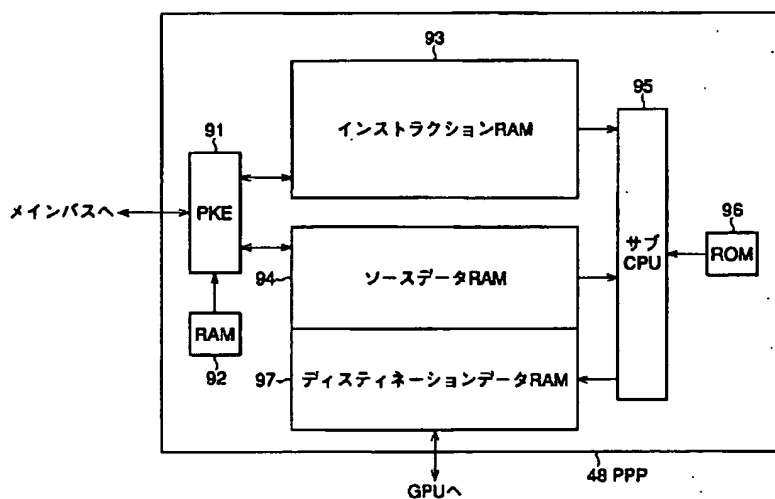
【図8】

Code	Nx		Ny		Nz
曲面パラメータ					
X0	Y0	Z0	U0	V0	RGB0
X1	Y1	Z1	U1	V1	RGB1
X2	Y2	Z2	U2	V2	RGB2
X3	Y3	Z3	U3	V3	RGB3

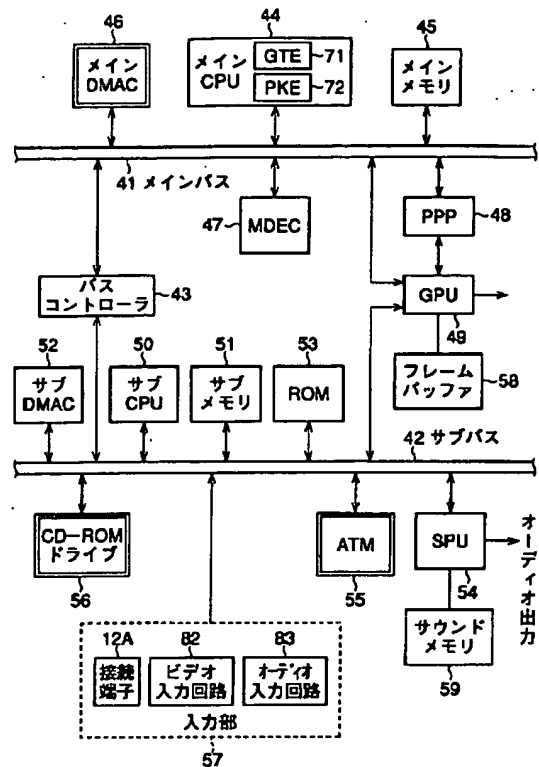
【図1】



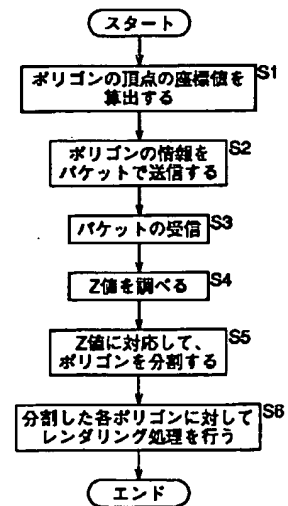
【図6】



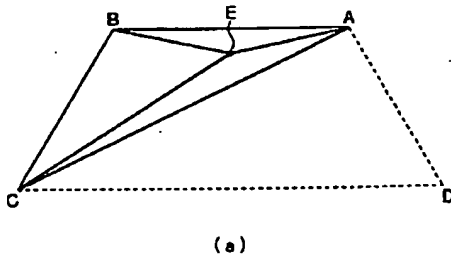
【図5】



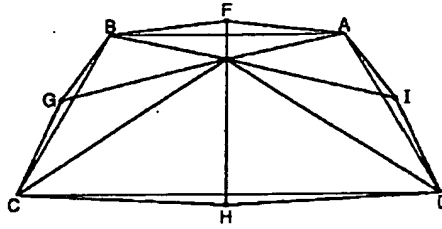
【図7】



【図9】

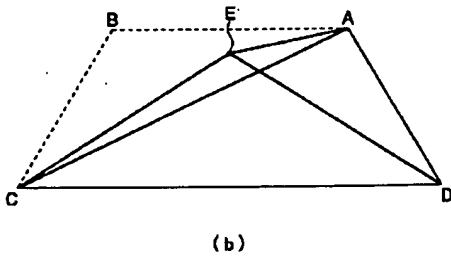


【図10】

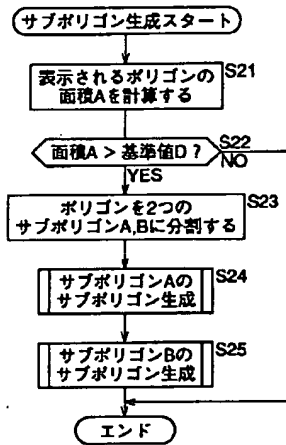


【図12】

【図13】



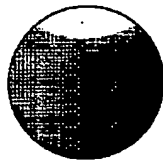
【図11】



6フィールド

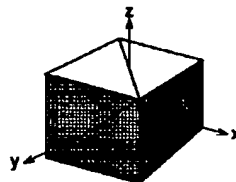
Code	Nx	Ny	Nz	
曲面パラメータ				
X0	Y0	Z0	RGB0	
X1	Y1	Z1	RGB1	
X2	Y2	Z2	RGB2	
X3	Y3	Z3	RGB3	

(a)

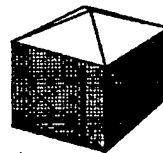


【図16】

(b) 代表点の個数=8
ポリゴン数=12



(c) 代表点の個数=14
ポリゴン数=24

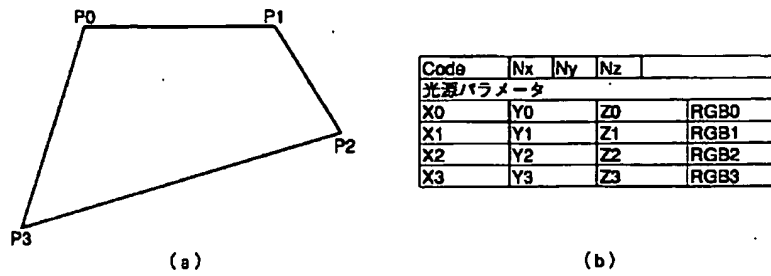


(d) 代表点の個数=26
ポリゴン数=48

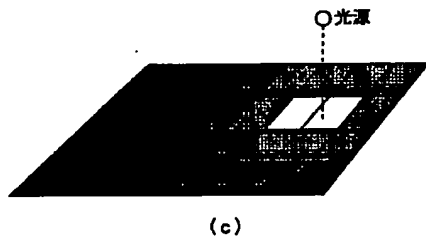
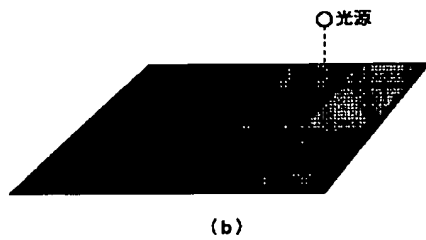
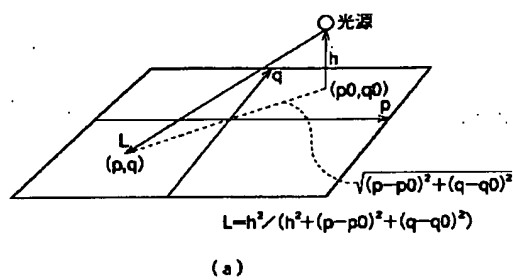


ポリゴン分割数	1ポリゴンあたりの入力データ量(ワード)	出力データ量(ワード) (ストライプメッシュ)	データ圧縮比 (%)
1 (分割なし)	6	5	120
2×2	6	12	50
4×4	6	40	15
8×8	6	144	4

【図17】



【図18】



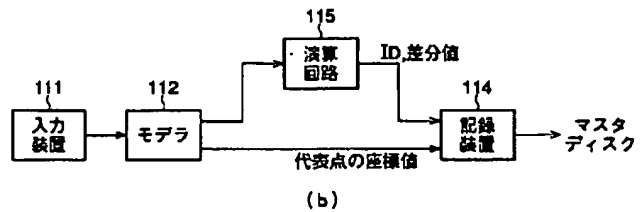
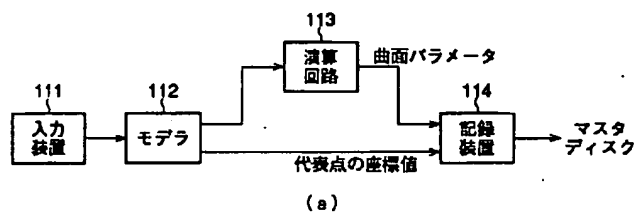
【図21】

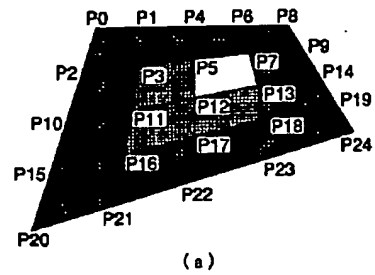
Code	テンプレートパターンID		
X0	Y0	Z0	RGB0
X1	Y1	Z1	RGB1
X2	Y2	Z2	RGB2
X3	Y3	Z3	RGB3
n00	n01	n02	n03
n04	n05	n06	n07
n10	n11	n12	n13
n70	n71	n72	n73
n74	n75	n76	n77



テンプレートの代表点座標

テンプレートからの差分のリスト

【図22】





Code			
X0	Y0	Z0	RGB0
X1	Y1	Z1	RGB1
X2	Y2	Z2	RGB2
X3	Y3	Z3	RGB3
X4	Y4	Z4	RGB4
X5	Y5	Z5	RGB5
X6	Y6	Z5	RGB6
X7	Y7	Z7	RGB7
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; height: 150px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>			
X17	Y17	Z17	RGB17
X22	Y22	Z22	RGB22
X18	Y18	Z18	RGB18
X23	Y23	Z23	RGB23
X24	Y24	Z24	RGB24

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.